

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-165096

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 0 3 C 3/43

B 0 3 C 3/43

A 6 1 L 9/18

A 6 1 L 9/18

B 0 1 D 33/86

B 0 1 J 35/02

J

B 0 1 J 35/02

B 0 3 C 3/02

A

B 0 3 C 3/02

B

審査請求 未請求 請求項の数 5 F I (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-345716

(22) 出願日

平成9年(1997)12月2日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 藤井 敏昭

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

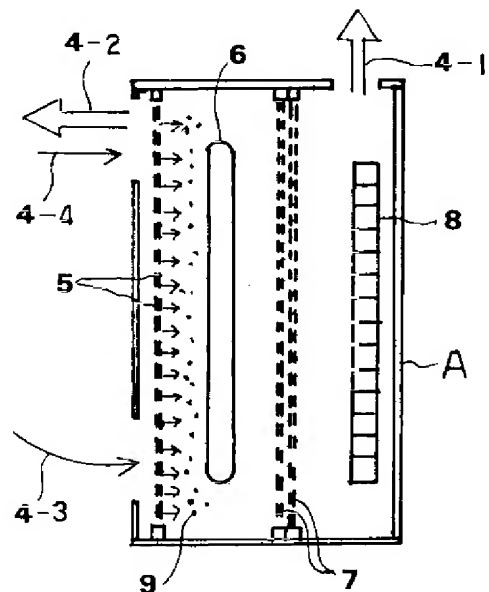
(74) 代理人 弁理士 吉嶺 桂 (外1名)

(54) 【発明の名称】 気体の清浄化方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 人、動植物、食品等が存在する空間において、汚染度合に応じて好適な清浄空気を迅速に得ることができる気体の清浄化方法及装置を提供する。

【解決手段】 光電子放出材5から発生する光電子を用いる気体の清浄化装置において、気体を清浄化する清浄化部に接続する通路に、処理気体の汚染度合に応じて作動するファン8を設置したものであり、前記光電子放出材5は、網状又は繊維状であるのがよく、また、前記清浄化部12は、光触媒又はイオン交換繊維を用いた清浄化部、又は負イオン発生部のいずれか1種以上を併設することができる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 光電子放出材から発生する光電子を用いる気体の清浄化方法において、処理気体の汚染度合に応じてファンにより気体を通気させて清浄化することを特徴とする気体の清浄化方法。

【請求項2】 前記清浄化は、光触媒による清浄化、イオン交換繊維による清浄化又は負イオンの発生いずれか1種以上を併用することを特徴とする請求項1記載の清浄化方法。

【請求項3】 光電子放出材から発生する光電子を用いる気体の清浄化装置において、気体を清浄化する清浄化部に接続する通路に、処理気体の汚染度合に応じて作動するファンを設置したことを特徴とする気体の清浄化装置。

【請求項4】 前記光電子放出材が、網状又は繊維状であることを特徴とする請求項3記載の気体の清浄化装置。

【請求項5】 前記清浄化部は、光触媒又はイオン交換繊維を用いた清浄化部、又は負イオン発生部のいずれか1種以上を併設することを特徴とする請求項3又は4記載の気体の清浄化装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、気体の清浄化に係り、特に、光電子を用いる気体の清浄化において、汚染度に応じて清浄化できる気体の清浄化方法及装置に関する。本発明の清浄化は、(1)事務所、病院、住居、店舗等の人間、動植物、食品が存在する空間の清浄化、例えば空気清浄器、食品ケース、(2)半導体、液晶、精密機械工業など先端産業におけるクリーンルーム、クリーンボックス、ストック、搬送空間、インターフェイスなどの超クリーン化空間の清浄化に利用できる。

**【0002】**

【従来の技術】従来の気体の清浄化として、住宅用の空気の清浄器を例に説明する。該清浄器は、コロナ放電によって微粒子を正に荷電し、負に帯電したフィルタを用いて、該荷電微粒子を捕集し、また、活性炭を用いた脱臭フィルタによって脱臭する汚染物質の捕集・除去部分と、該捕集・除去部分に被処理空気を強制通過させるためのファンとにより構成されていた。このような構成では、ファンを用いて強制通気を行うので除去速度が早い長所がある一方で次のような問題点があった。即ち、コロナ放電によってオゾンが生成するが、このオゾンは極微量でも人体に有害である。放電による荷電では、粒子の粒径が細かくなると、荷電効率が低くなる。例えば、ウィルスが付着した $0.1\mu\text{m}$ 以下の粒子やタバコ煙中の $0.1\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質の捕集性能は著しく低く、捕集・除去はほとんど困難であった。

【0003】放電では、微粒子が発生してしまうので、後方のフィルタの負担が大きくなり、捕集容量の大きい

捕集材が必要になる。脱臭フィルタは、上述の発生オゾンにより劣化が早いので(オゾンと脱臭フィルタが反応する)、性能劣化が早い等の欠点が多くあった。また、被処理空気の捕集・除去部への強制通気のために、ファンを用いているので(原理的にファンが必要なために)、ファンの作動による騒音発生の問題があり、適用先に制限を受けた。例えば、病院、住居における寝室、快適ルームでの利用では制限を受ける。例えば、病院での使用では、夜間においては、ファンによる騒音により睡眠が妨げられること、また、発生オゾンにより人体に悪影響があること、等の問題点がある。

【0004】このため、上記のこれらの問題点を解決した実用的に効果の高い方式の出現が期待されていた。これらに対し、本発明者らは、光電子放出材に紫外線照射することにより、発生する光電子を用いて微粒子を荷電・捕集する方式を提案した(例、特公平3-5859号、特公平6-74909号、特公平6-74910号、特公平7-121369号各公報参照)。この方式は、特に半導体、液晶、精密機械工業など、先端産業における作業空間の超清浄化に効果的であったが、適用先によってはその目的に合致させて使用できるように改善する余地があった。

【0005】即ち、光電子を用いる方式は、紫外線照射により生じるわずかな温度差により、空間中の処理気体を流動化させるものであるため、無騒音(ファンレス)で空間が超清浄化される長所がある((a)エアロゾル研究、第8巻、第4号、p315~324、1993年、(b)Proceedings of the 12th ISSC、p117~122、1994年)。しかし、その反面、処理気体中の微粒子濃度が一般大気のように高濃度の場合、好適な微粒子濃度まで除塵するためには時間がかかる(ファン方式に比べて長い時間必要)という問題があった。このように、上記したコロナ放電方式による微粒子の荷電・捕集では、ファンを用いるので、除去速度が早いという長所がある反面、強電界を必要とするため、①オゾン発生、②微粒子発生、③荷電効率が低い(特に粒径が細かくなるにしたがって低くなるので、微粒子除去性能が低い)、④ファンを必要とするため騒音発生などの問題点があった。また、一方、光電子を用いる方式では、自然対流によるため、無騒音で除塵できる長所がある反面、除去速度が遅いという問題点があった。

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、上記従来技術の問題点を解決し、人、動植物、食品等が存在する空間において、汚染度合に応じて好適な清浄空気を迅速に得ることができる気体の清浄化方法及装置を提供することを課題とする。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、光電子放出材から発生する光電子を用

いる気体の清浄化方法において、処理気体の汚染度合に応じてファンにより気体を通気させて清浄化することを特徴とする気体の清浄化方法としたものである。また、本発明では、光電子放出材から発生する光電子を用いる気体の清浄化装置において、気体を清浄化する清浄化部に接続する通路に、処理気体の汚染度合に応じて作動するファンを設置したことを特徴とする気体の清浄化装置としたものである。前記清浄化において、用いる光電子放出材は、網状又は繊維状とするのが良く、また、清浄化部には、光電子を用いる気体の清浄化部と共に、光触媒又はイオン交換繊維を用いた清浄化部、又は負イオン発生部のいずれか1種以上を併設するのが良い。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】本発明者らは、空間（気体）の清浄化について多方面から検討を重ねており、本発明に至った知見を、住居における空気清浄を例に、次に5点説明する。即ち、（1）現状の住居における空気清浄方式は、空気中の汚染物質の除去を目的に、コロナ放電を用いる微粒子（粒子状物質）の荷電による捕集・除去、そして被処理空気のファンによる強制通気を基本に構成されていた。今後の空気清浄における要求は、最近のアメニティ性に対する要求の高まりから、単に微粒子の捕集・除去のみではなく、快適性の積極的付加、特に無騒音でそう快な空間の創出が重要になる。

（2）現状の空気清浄方式は、ファンを用いているため、空気中の汚染物質の除去速度は早いという長所を有する反面、騒音発生や使用条件によっては2次汚染物質の発生があり、今後要求が高まる快適性にはマイナス効果となっており、ファンレスで2次汚染物質の発生がなく、空気清浄できる方式の出現が期待されている。例えば、寝室や病室での使用ではこのファンレスが実用における重要な因子である。

【0009】（3）本発明者らが、既に提案したUV／光電子法は、微粒子除去に効果的であること、紫外線ランプを用いているので、紫外線照射で生じる上下間の温度差から、被処理空気の流動化ができること（ファンレスのため無騒音で被処理空気を処理できること、また、2次汚染物質の発生がないこと等の長所がある）、本ランプはオゾンレスであること、ランプの近傍に光触媒を設置すると光触媒作用により有害ガスや臭気性ガスが同時処理されること、イオン交換繊維を用いる清浄化を付加することにより、有害ガスや臭気性ガスが同時処理されること、負イオン発生を同時に行えること、また浮遊菌類（微生物類）も微生物と同様に捕集・除去される等の特徴がある。

【0010】上記の清浄化手段としての光触媒、イオン交換繊維の付加、及び負イオンの発生、浮遊菌類の除去は、適用先（装置種類、形状）、要求仕様、経済性等により適宜選択し、UV／光電子法に付加することができ、本方式の特徴である（前記文献（a）、（b）及び

（c）エバラ時報、No. 173号、p7～17、1996、（d）特公平8-10616号、（e）特開平7-256141号、（f）特公平6-87997号各公報参照）。しかし、その反面、処理気体の流動化は、紫外線ランプにより自然に発生する熱対流に依存するため、汚染物質の除去速度が遅いという欠点がある。

【0011】（4）前記快適性の付加として、負イオンが効果的である。しかし、コロナ放電による負イオンの発生では、コロナ放電で発生するオゾンによりマイナス効果があるため、オゾンレスの負イオンが実用上必要である〔（a）第12回 エアロゾル科学・技術研究討論会 p120～122、1995、（b）空気調和・衛生工学会学術講演会 講演論文集、p1065～1068、1995〕。UV／光電子法による負イオンの発生は、空気中の微粒子濃度を予め1,000万個/f t<sup>3</sup>以下にしておくこと、効果的である。

（5）ファンを用いる流通気体中における光電子放出材からの光電子による微粒子の荷電は、該放出材の形状を網状又は繊維状とし、処理気体を該形状の放出材を通り抜けるよう通すと効果的である。

【0012】次に、本発明を詳細に説明する。本発明は、本発明者らが既に提案したUV／光電子による気体の清浄化において、処理気体の汚染度合いによって、即ち、ある濃度、ある処理量の汚染物質を、所望の時間内に、所望の濃度まで除去するため、ファンを適宜に用い、気体の強制通気による処理を行うものである。即ち、適用先（装置種類）、要求性能等によって、ファンによる強制通気により汚染物質の除去を、先ず迅速に行い、次いで、ファンを用いないで（UV／光電子法による自然対流のみにより）、無騒音の清浄化を行うものである。ファンを用いない清浄化は、有害なガスや粒子状物質の発生がない受動的な清浄化ができるので、空間は効果的に清浄化される。ファンの使用の条件は、適用先（装置種類）や目的、要求性能などから、処理気体の汚染度合いと、目的とする清浄度（どの位までクリーンにするか）により、予め予備試験を行い決めることができる。

【0013】ファンの使用の目安は、（1）初期の段階、あるいは（2）汚染物質の侵入が激しい場合で、汚染物質の濃度が高いので、ファンを用いて行い、濃度の低下後は、ファンレスで行うのが通常、好ましい形態である。例えば、病院における病室では、日中は外部からの汚染物質の侵入があるので、ファンを用いて行い、夜間は睡眠には騒音が妨害となるので、ファンレスで行う。また、半導体工場におけるインターフェイスやストッカでは、ウェハの搬入、搬出のための開閉後は、クラス1000のクリーンルーム空気が侵入するので、初期濃度の1/100になるまでファンによる通気を一気にを行い、その後の超清浄空間維持はファンレスで行う。

【0014】即ち、本半導体工場では、目的の限界濃度

(クラス10)まではファンを用いて一気に(短時間)除塵を行い、次いでファンレスで清浄化を行う。これにより、内部からウェア付着物に起因した汚染物質の発生、あるいはリークによる浸入汚染物質があっても、自然対流による光電子を用いた方式により、汚染物質は効果的に除去される。このようにして、確実に超清浄空間が長時間維持される。この超清浄空間は受動的に創出されるので、内部のウェアは汚染物質の発生や侵入があっても、気体の流れがゆるやかであるため、汚染を受けにくく実用上効果的に汚染防止される。通常、ファンの使用は、初期濃度が1/10、好ましくは1/100になるまで行い、次いで清浄空間維持にはファンレスで光電子のみで行うのが実用上好ましい使用形態である。

【0015】次に、本発明の夫々の構成について詳細に説明する。光電子放出材は、清浄化部の微粒子除去部、負イオン発生部に設置され、微粒子除去部では、微粒子の荷電のための光電子の発生、負イオン発生部では快適空間(人に対してそう快感を有する空気、食品や植物に対しては鮮度維持効果を有する空気)を創出するための負イオンの発生を行う目的で用いる。光電子放出材は、紫外線の照射により光電子を放出するものであれば何れでも良く、光電的な仕事関数が小さなもの程好ましい。効果や経済性の面から、Ba, Sr, Ca, Y, Gd, La, Ce, Nd, Th, Pr, Be, Zr, Fe, Ni, Zn, Cu, Ag, Pt, Cd, Pb, Al, C, Mg, Au, In, Bi, Nb, Si, Ti, Ta, U, B, Eu, Sn, P, Wのいずれか、又はこれらの化合物又は合金又は混合物が好ましく、これらは単独で又は2種以上を複合して用いられる。複合材としては、アマルガムの如く物理的な複合材も用い得る。

【0016】例えば、化合物としては酸化物、ほう化物、炭化物があり、酸化物にはBaO, SrO, CaO, Y<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ThO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, CuO, Ag<sub>2</sub>O, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PtO, PbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BiO, NbO, BeOなどがあり、またほう化物には、YB<sub>6</sub>, GdB<sub>6</sub>, LaB<sub>6</sub>, NdB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, EuB<sub>6</sub>, PrB<sub>6</sub>, ZrB<sub>2</sub>などがあり、さらに炭化物としてはUC, ZrC, TaC, TiC, NbC, WCなどがある。また、合金としては黄銅、青銅、リン青銅、AgとMgとの合金(Mgが2~20wt%)、CuとBeとの合金(Beが1~10wt%)及びBaとAlとの合金を用いることができ、上記AgとMgとの合金、CuとBeとの合金及びBaとAlとの合金が好ましい。酸化物は金属表面のみを空气中で加熱したり、或いは薬品で酸化することによっても得ることができる。

【0017】さらに他の方法としては使用前に加熱し、表面に酸化層を形成して長期にわたって安定な酸化層を得ることもできる。この例としてはMgとAgとの合金

を水蒸気中で300~400℃の温度の条件下でその表面に酸化膜を形成させることができ、この酸化薄膜は長期間にわたって安定なものである。これらの物質は、バルク状(固体状、板状)で、また適宜の母材(支持体)へ付加して使用できる(特開平3-108698号公報)。例えば、紫外線透過性物質の表面又は該表面近傍に付加する(特公平7-93098号公報)こともできる。付加の方法は、紫外線の照射により光電子が放出されれば何れでも良い。例えば、ガラス板上へコーティングして使用する方法、他の例として板状物質表面近傍へ埋込んで使用する方法や板状物質上に付加し更にその上に別の材料をコーティングして使用する方法、紫外線透過性物質と光電子を放出する物質を混合して用いる方法等がある。また、付加は、薄膜状に付加する方法、網状、線状、粒状、島状、帯状に付加する方法等適宜用いることが出来る。

【0018】光電子を放出する材料の付加の方法は、適宜の材料の表面に周知の方法でコーティング、あるいは付着させて作ることができる。例えば、イオンプレーティング法、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、メッキによる方法、塗布による方法、スタンプ印刷による方法、スクリーン印刷による方法を適宜用いることができる。薄膜の厚さは、紫外線又は放射線照射により光電子が放出される厚さであれば良く、5Å~5,000Å、通常20Å~500Åが一般的である。母材の使用形状は、板状、ブリーツ状、円筒状、棒状、線状、網状、繊維状、ハニカム状等があり、表面の形状を適宜凹凸状とし使用することが出来る。また、凸部の先端を先鋭状あるいは球面状とすることも出来る(特公平6-74908号公報)。母材への薄膜の付加は、本発明者が既に提案したように、1種類又は2種類以上の材料を1層又は多層重ねて用いることができる。即ち、薄膜を適宜複数(複合)で使用し、2重構造あるいはそれ以上の多重構造とすることができる(特開平4-152296号公報)。

【0019】光電子放出材は、後述の光触媒と一体化して用いると光電子放出材がセルフクリーニング、即ち汚染物質が付着しても除去されるので適用先によっては好ましい。このような材料として、Ti材を酸化し、TiO<sub>2</sub>を生成させ、その上にAuを付加したものがある。前記において、光電子放出材の形状は、処理気体を通過させる形状が好ましい。このような形状として網状、繊維状、線状がある。即ち、本発明の特徴であるファンを用いる場合、流速が早いので、該形状の光電子放出材を処理気体が通過する流路に、処理気体を通り抜けるように設置すると、発生光電子は処理気体に一様に作用するようになるので好ましく、本発明の特徴の一つである。該形状の光電子放出材を用い処理気体を通り抜けるように設置すると、後述の光電子放出用の電場が弱くて良く、実用上有利となる利点を生ずる。これらの最適形状

状や紫外線の照射により光電子を放出する材料の種類や付加法、薄膜厚は、装置の種類、規模、形状、光電子放出材の種類、母材の種類、後述電場の強さ、かけ方、効果、経済性等で適宜予備試験を行い決めることが出来る。

【0020】前記光電子放出材を母材に付加して使用する場合は、前記した紫外線透過性物質の他にセラミック、粘土、周知の金属材がある。また、後述の光源の表面に上記光電子放出材を被覆（光源と光電子放出材を一体化）して行うこともできる（特開平4-243540号公報）。光電子放出材への紫外線の照射による光電子の発生は、光電子放出材（負極）と、後述の電極（正極）間に電場（電界）を形成して行くと、光電子放出材からの光電子が効果的に起こる。電場の形成方法（構造）としては、荷電部の形状、構造、適用分野、装置の種類或いは期待する効果（精度）等によって適宜選択することが出来る。電場の強さは、光電子放出材や母材への付加の種類等で適宜決めることが出来、このことについては本発明者の別の発明がある。電場の強さは、一般に $0.1\text{ V/cm} \sim 2\text{ kV/cm}$ である。

【0021】次に、紫外線の照射のための照射源について述べる。紫外線の照射源は、微粒子除去部、負イオン発生部及び／又は光触媒付加部に設置され、微粒子除去部、負イオン発生部では光電子放出材から光電子を発生させるものであれば良い。そして、光触媒付加部では、該光触媒が、紫外線照射により光触媒作用を発揮するものであれば良い。出口部分に光触媒を備える場合、紫外線源からの放出紫外線は、光電子放出材から快適性を有する負イオンを発生させると同時に、光触媒への照射により、光触媒が光触媒作用を発揮するようになり、本発明の特徴の1つである。

【0022】このような、紫外線源は、通常、水銀灯、水素放電管、キセノン放電管、ライマン放電管などを適宜使用出来る。光源の例としては、殺菌ランプ、ブラックライト、蛍光ケミカルランプ、UV-B紫外線ランプ、キセノンランプがある。この内、殺菌ランプ（波長： $254\text{ nm}$ ）は、微粒子（粒子状物質）に共存する浮遊菌類、微生物類などに殺菌（滅菌）作用があることから好ましい。即ち、紫外線源として殺菌ランプを用いることにより、粒子状物質の捕集・除去と同時に、捕集部に捕集された各種菌類、微生物類への照射による完全殺菌（滅菌）が実施されるので、適用先（装置の種類）や要求性能によっては好ましい。紫外線源は、微粒子除去部、負イオン発生部、光触媒付加部に夫々専用、あるいは夫々に共通に設置することができる。

【0023】次に、電極について説明する。電極は、前記の光電子放出材から光電子の発生を効果的に起こすために、光電子放出材（負極）の対向側に設置し、電極（正極）との間に電場を形成する。設置は、微粒子除去部と負イオン発生部である。電極材やその形状は、前記

光電子放出材と一對にでき、該電場を形成できるものであれば何れでも良い。材質は、不純物などの発生がなく、導電性の材料であれば何れでも用いることができ、例えば、SUS、Cu-Zn、Wがある。形状は、板状、ブリーツ状、円筒状、棒状、線状、繊維状、網状、ハニカム状があり、装置や光電子放出材の種類や形状、規模により、適宜予備試験を行い決めることができる。該電極は、適用先（装置種類）や要求性能により後述の荷電粒子状物質の捕集材と一体化あるいは兼用できる。

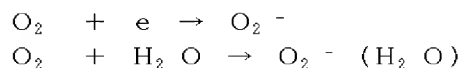
【0024】次に、荷電粒子状物質を捕集する捕集材（集じん材）について説明する。該捕集材は、その前方の粒子状物質の荷電部で荷電された、荷電粒子状物質の捕集・除去を行う目的で用いる。該捕集材は、荷電粒子状物質を確実に捕集するものであれば良く、周知の荷電微粒子捕集材であれば何れでも使用できる。通常の荷電装置における集じん板、集じん電極各種電極材や静電フィルター方式が一般的であるが、スチールウール電極、タングステンウール電極のような捕集部自体が電極を構成するウール状構造のものや網状電極、集じん紙も有効である。エレクトレック材も好適に使用できる。前記では、気体（空間）中微粒子が光電子放出材から放出される光電子により荷電され、荷電微粒子は捕集材にて捕集され、気体は清浄化される（微粒子除去部）。

【0025】次に、本発明の前記の光電子を用いる気体の清浄化部分に、適用先（装置種類）、要求性能等により適宜付加して用いることができる負イオン発生部、光触媒付加部、イオン交換繊維付加部について説明する。先ず、負イオン発生部を説明する。負イオン発生部における気体は、流入する処理気体中の粒子状物質（微粒子）の濃度を前方で、 $1,000\text{ 万個/f t}^3$ 以下まで捕集・除去するのが良い。これは、粒子状物質濃度を $1,000\text{ 万個/f t}^3$ 以下とすることにより、出口部分での負イオン発生が効果的になるためであり、本発明の特徴の1つである。微粒子濃度を $1,000\text{ 万個/f t}^3$ にすると、負イオンの生成が効果的になる理由の詳細に不明であるが、1つの理由として共存する微粒子濃度が多いと、放出された光電子が該微粒子に消費されるためと考えられる。

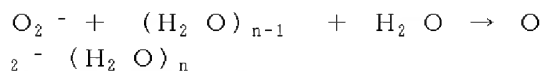
【0026】即ち、本発明の快適性を創出するための負イオンは、以下反応式のように、微細なサイズの物質の帯電物質であるため、保有する電荷は少なく1価と考えられる。これに対し、微粒子、例えば $0.1 \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の室内浮遊微粒子は $5 \sim 10$ 価のように多く電荷を保有してしまうので放出負イオンは該微粒子に消費されてしまう。負イオン発生部は、気体中微粒子濃度が $1,000\text{ 万個/f t}^3$ 以下となった気体を、負イオン濃度 $3,000\text{ 個/ml} \sim 10\text{ 万個/ml}$ とするところである。負イオンを該濃度高めると、快適性（例、人に対してはそう快感、食品や植物に対しては、鮮度維持）が向上する。ここで、負イオンの生成は、光電子が電子親

和性の大きい水分子や酸素分子との電子付着やクラスタリングにより、 $O_2^- (H_2O)_n$ 、 $O^- (H_2O)_n$ 、 $OH^- (H_2O)_n$ などの負イオンクラスターを作るためと考えられる。これらの反応を次に示す。

【0027】



・  
・  
・



負イオンの発生は、微粒子濃度1,000万個/f t<sup>3</sup>の気体を、電場下で光電子放出材への紫外線照射により効果的に行うことができる。

【0028】次に、光触媒付加部について説明する。光触媒は、前記の微粒子除去部、負イオン発生部に設置でき、紫外線の照射により、気体中の粒子状物質に共存するガス状汚染物質（有害ガス・臭気性ガス）を分解・除去するものであれば何れでも良い。光触媒は、通常、半導体材料が効果的であり、容易に入手出来、加工性も良いことから好ましい。効果や経済性の面から、Se, Ge, Si, Ti, Zn, Cu, Al, Sn, Ga, In, P, As, Sb, C, Cd, S, Te, Ni, Fe, Co, Ag, Mo, Sr, W, Cr, Ba, Pbのいずれか、又はこれらの化合物、又は合金、又は酸化物が好ましく、これらは単独で、また2種類以上を複合して用いる。

【0029】例えば、元素としてはSi, Ge, Se、化合物としてはAlP, AlAs, GaP, AlSb, GaAs, InP, GaSb, InAs, InSb, CdS, CdSe, ZnS, MoS<sub>2</sub>, WTe<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>, MoTe, Cu<sub>2</sub>S, WS<sub>2</sub>、酸化物としてはTiO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, Cu<sub>2</sub>O, ZnO, MoO<sub>3</sub>, InO<sub>3</sub>, Ag<sub>2</sub>O, PbO, SrTiO<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiOなどがある。光触媒の固定化は、適宜の材料（母材）に蒸着法、スパッタリング法、焼結法、ゾルゲル法、塗布による方法、焼付け塗装による方法など、周知の付加方法を適宜に用いることができる。付加の形状は、薄膜状、線状、網状、帯状、くし状、粒状、島状などを後述母材などにより適宜に選択し、用いることができる。上記TiやZnは、例えば板状Tiを酸化することにより、光触媒とすることができるので、装置の種類によっては好適に使用できる。

【0030】光触媒の固定化の例として、光触媒を母材として、公知の導電性材料、例えばSUS、Cu-Zn、Al、又はセラミック、フッ素樹脂、ガラスあるいはガラス状物質の表面へコーティングしたり、光触媒を板状、粒状、島状、線状、網状、膜あるいは繊維状など

の適宜の材料にコーティングしたり、あるいは包み、又は挟み込んで固定して用いてもよい。例として、ゾルゲル法によるガラス板への二酸化チタンのコーティングがある。光触媒は、粉体状のままでも用いることができるが、焼結、蒸着、スパッタリングなどの周知の方法で適宜の形状にして用いることができる。また、光触媒作用の向上のために、上記光触媒にPt, Ag, Pd, Ru, O<sub>2</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の様な物質を加えて使用することも出来る。該物質の添加は、光触媒作用が促進されるので好ましい。これらは、1種類又は複数組合せて用いることができる。通常、添加量は、光触媒に対して、0.01～10重量%であり、適宜添加物質の種類や要求性能などにより、予備試験を行い適正濃度を選択することができる。添加の方法は、含浸法、光還元法、スパッタ蒸着法、混練法など周知手段を適宜用いることができる。

【0031】光触媒の微粒子除去部や負イオン発生部への設置は、紫外線源からの紫外線が効果的に照射される位置、設置方法であれば何れでも良い。例えば、(1)前記光電子放出材との一体化（特願平8-132563号）があり、例を挙げると、前記母材上への光電子を放出する物質と光触媒とを付加する方法、光電子を放出する物質上へ光触媒を付加する方法、光触媒上へ光電子を放出する物質を付加する方法がある。他の例として、

(2)前記電場用電極材との一体化（特願平8-231290号）があり、例を挙げると、SUS材へ網状あるいは島状に光触媒を付加（SUSが正極）する方法、セラミックへ膜状に光触媒を付加し、目のあらい網状のSUS材で挟み込む（SUSが正極）方法、(3)空気の流れる空間中への光触媒の設置方法、(4)紫外線ランプ上へ被覆する方法（特願平8-31231号）等があり、利用先、装置のタイプ、処理空気の状態（濃度）、要求性能等により、適宜予備試験を行い、決めることができる。通常、ガス状汚染物質（例、炭化水素）の濃度が高い場合は、粒子状物質の荷電部の前方に光触媒の設置を行うと良い。即ち、該部分に光触媒を設置することにより、ガス状汚染物質が予め除去されるので、光電子放出材への炭化水素などの有害物質の付着がなくなるので、性能低下を防止することができ好ましい。ガス状汚染物質が高い場合は好ましい形態である。

【0032】次に、イオン交換繊維付加部について説明する。イオン交換繊維は、ガス状汚染物質として気体中のNH<sub>3</sub>、アミンのような塩基性物質やSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、HF、HClのような酸性物質などのイオン性汚染物質の捕集・除去に効果的である。これは天然繊維もしくは合成繊維又は、これらの混合体等の支持体表面に陽イオン交換体もしくは陰イオン交換体、又は陽イオン交換基と陰イオン交換基を併有するイオン交換体を支持させたものであり、その方法としては繊維状の支持体に直接支持させてもよく、織物状、編物状又は植毛状の形態にしたのち、これに支持させることもできる。また、ハ



ニカム状母材に、イオン交換体を支持させても良い。いずれにしても最終的にイオン交換体を支持した繊維状のような圧損の少ない形状となっていればよい。本発明に用いる、イオン交換繊維の製法として、グラフト重合特に放射線グラフト重合法を利用して製造したイオン交換繊維が好適である。種々の材質及び形状の素材を利用することができるからである。さて、前記天然繊維としては羊毛、絹等が適用でき、合成繊維としては炭化水素系重合体を素材とするもの、含フッ素系重合体を素材とするもの、あるいはポリビニルアルコール、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリロニトリル、セルロース、酢酸セルロースなどが適用できる。

【0033】前記炭化水素系重合体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリブテン等の脂肪族系重合体、ポリスチレン、ポリ $\alpha$ -メチルスチレン等の芳香族系重合体、ポリビニルシクロヘキサン等の脂環式系重合体あるいはこれらの共重合体が用いられる。また、前記含フッ素系重合体としては、ポリ四フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデン、エチレン-四フッ化エチレン共重合体、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体、フッ化ビニリデン-六フッ化プロピレン共重合体等が用いられる。いずれにしても、前記支持体としてはガス流との接触面積が大きく、抵抗が小さい形状で、容易にグラフト化が行え、機械的強度が大で、繊維くずの脱落、発生や熱の影響が少ない材料であれば良く、使用用途、経済性、効果等を考慮して適宜に選択出来るが通常、ポリエチレンが一般的でありポリエチレンやポリエチレンとポリプロピレンとの複合体が特に好ましい。

【0034】次に、前記イオン交換体としては、特に限定されることなく種々の陽イオン交換体又は陰イオン交換体が使用できる。例えば、カチオン交換の場合を例にとると、カルボキシル基、スルホン酸基、リン酸基、フェノール性水酸基などの陽イオン交換基含有体、第一級～第三級アミノ基、第四アンモニウム基などの陰イオン交換基含有体、あるいは上記陽及び陰両者のイオン交換基を併有するイオン交換体が挙げられる。具体的には、前記繊維上に例えばアクリル酸、メタクリル酸、ビニルベンゼンスルホン酸、スチレン、ハロメチルスチレン、アシルオキシスチレン、ヒドロキシスチレン、アミノスチレン等のスチレン化合物、ビニルピリジン、2-メチル-5-ビニルピリジン、2-メチル-5-ビニルイミダゾール、アクリロニトリルをグラフト重合させた後、必要に応じ硫酸、クロルスルホン酸、スルホン酸などを反応させることにより陽又は陰イオン交換基を有する繊維状陰イオン交換体を得られる。

【0035】また、これらのモノマーはジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ブタジエン、エチレングリコール、ジビニルエーテル、エチレングリコールジメタクリレート、などの2個以上の2重結合を有するモノマー

の共存下に繊維上にグラフト重合させてもよい。この様にして、イオン交換繊維が製造される。イオン交換繊維の直径は、1～1000 $\mu$ m、好ましくは5～200 $\mu$ mであり、繊維の種類、用途等で適宜決めることができる。これらのイオン交換繊維の内、陽イオン交換基と陰イオン交換基の用い方は、対象処理気体中の被除去成分の種類や濃度によって決めることができる。例えば被除去成分を予め測定・評価し、それに見合うイオン交換繊維の種類と量を用いれば良い。アルカリ性ガスを除去したい場合は、陽イオン交換基（カチオン交換体）を有するもの、また、酸性ガスを除去したい場合は陰イオン交換基（アニオン交換体）を有するもの、また両者の混合ガスでは陽と陰の両方の交換基を有する繊維を用いることができる。

【0036】イオン交換繊維への気体の流し方として、フィルタ状イオン交換繊維に直交して流すと、効果的である。イオン交換繊維への気体を流す流速は、予備試験を行い適宜に決めることができるが、該繊維は除去速度が早いので、通常SVとして、1000～10万

( $h^{-1}$ )程度で用いることができる。イオン交換繊維は本発明者らが先に提案したように、放射線グラフト重合で製造したものをを用いると、特に効果が高いので好ましく、適宜用いることができる（特公平5-9123号、特公平5-67325号、特公平5-43422号、特公平6-24626号公報）。イオン交換繊維は、イオン性物質（成分）の捕集に効果的であり、本発明の対象とする酸性ガスやアルカリ性ガスはイオン性物質と考えられることから、これらの物質を効率良く捕集・除去できる。

【0037】特に、放射線グラフト重合により製造されたイオン交換フィルタ（繊維）は、前記支持体への照射が奥部まで均一になされるため、イオン交換体（アニオン及び／又はカチオン交換体）が広い面積（高密度に付加）に、しっかり（強固）と付加されるので、交換容量が大きくなり、かつ低濃度のイオン性物質が早い速度で高効率に除去できる効果があり、実用的に有効である。また、放射線グラフト重合による製造は、製品に近い形状でできること、室温でできること、気相でできること、グラフト率大にできること、不純物の少ない吸着フィルタができることなどの利点がある。このため、次のような特徴を有する。

① 放射線照射によるグラフト重合で製造したイオン交換繊維には、イオン交換体（吸着機能の部分）が均一に多く付加（付加密度が高い）するので吸着速度が早く、かつ吸着量が多い。

② 圧力損失が少ない。

【0038】次に、処理気体を前記光電子を用いる清浄化部に強制通気するためのファンについて説明する。該ファンは、汚染物質の発生がなく、処理気体を光電子を用いる清浄化部に、音の発生が少なく強制通気できるも

のであれば何れでも良く、周知のファンが使用できる。このようなファンの例として、シロッコファン、軸流ファン、プロペラファンがある。該ファンによる風量は、処理空間の容積、適用先（装置種類）、要求する到達清浄度とその時間、要求性能などにより、適宜予備試験を行い決めることができる。本発明の光電子を用いる気体清浄化に、負イオン発生部、光触媒付加部、イオン交換繊維付加部の設置は、適用先（装置種類）に要求性能、経済性等を考慮して、適宜予備試験や検討を行い決めることができる。

【0039】例えば、（１）除塵や除菌を行う空気清浄器では、光電子を用いる空気清浄、（２）除塵とそう快感を得る空気清浄器や除菌と食品や植物の鮮度保持を行う食品ケースでは光電子を用いる方式に負イオン発生部を付加した空気清浄、（３）除塵と空気中の臭気やアルデヒド（建材からの発ガス）のようなガス状汚染物質の除去を行う空気清浄器では光電子を用いる方式に光触媒付加部を付加した空気清浄、（４）除塵と空気中の $\text{NH}_3$ 、 $\text{SO}_2$ のようなガス状汚染物質の除去を行う空気清浄器では光電子を用いる方式にイオン交換繊維付加部を付加した空気清浄を行うと良い。

【0040】ファンによる気体の通気において、適用先（装置種類、形状）、要求性能などによっては、ファンからの発塵など汚染物質の発生を考慮して、その対策のために、ファンの出口に機械的な過方式のフィルター（通常のフィルター方式）を設置することができる。このようなフィルターとしては、ファイバーフィルター、プレーHEPAフィルター、HEDAフィルター、ULPAフィルターがある。本発明の清浄化は、気体であれば何れでも良く、空気、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 等の気体中の清浄化に適用できる。ファンを用いないUV／光電子法による自然対流による汚染物質の除去では、ヒータなどの加温部の設置（温度差による対流の加速）を行うことで、対流による除去が加速されるので、適用先（例えば近くに熱源がある場合）によっては適宜併用できる。

#### 【0041】

【実施例】以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明は下記実施例に何ら限定されるものではない。

#### 実施例1

図1は、病室1における空気清浄を示す説明図である。図1において、粒子状物質（塵あい、各種菌類、微生物含有粒子）2は、本発明の空気清浄器Aで処理され、病人3の寝ている清浄空間Bに清浄空気4<sub>-1</sub>、4<sub>-2</sub>が供給される。病室1内では、外部より浸入する粒子状物質、及び病人3から発生する粒子状物質（例、黄色ぶどう球菌）2により汚染されている。特に、病室1における病人3は、菌類（例、黄色ぶどう球菌）の発生があり、病室1内は菌類が蓄積され高濃度となるので、病人3への見舞いの人や看護婦への感染の危険性がある。

【0042】これらの粒子状物質2は、図2にその基本的構成が示される本発明の空気清浄器Aにて捕集・除去される。そして、菌類は、殺菌処理（増殖防止）される。図2を説明する。空気清浄器Aは、網状の光電子放出材（網状のTi材を焼成してTiO<sub>2</sub>を形成し、その上にAuを被覆）5、殺菌ランプ6、網状の荷電粒子状物質の捕集材（網状のSUS材）7、粒子状物質2を含む処理空気4<sub>-3</sub>、4<sub>-4</sub>を本清浄器内に強制通気（導入）するためのファン8より構成される。ここでは、電場下（光電子放出材5（負）と捕集材としての電極（正）7間に100V/cm）で、光電子放出材5に紫外線ランプ6からの紫外線を照射することにより光電子9を発生させ、該光電子9により処理空気4<sub>-3</sub>、4<sub>-4</sub>中の粒子状物質2を荷電させ、該荷電粒子物質は捕集材7にて捕集・除去される。これにより、清浄器出口の空気4<sub>-1</sub>、4<sub>-2</sub>は粒子状物質2が除去された清浄空気となる。

【0043】ここで、該捕集材7に捕集された各種菌類、微生物類は、紫外線ランプ（殺菌ランプ：主波長254nm）からの紫外線の照射を受け殺菌（滅菌）される。このようにして、安全な除菌空氣が容易に得られることが本発明の特徴の1つである。前記の粒子状物質2の捕集・除去は、昼間は人の出入7のため、粒子状物質の侵入があるので、ファン8を作動させて行う。即ち、ファン8の作動により、処理空気4<sub>-3</sub>、4<sub>-4</sub>が吸引され、ここで、前記のごとくして、処理空気4<sub>-3</sub>、4<sub>-4</sub>中の粒子状物質2が捕集・除去され、清浄空気4<sub>-1</sub>が得られる。これにより、濃度が高い粒子状物質2は、一定濃度以下に維持される。

【0044】そして、夜間はファン8をストップし、紫外線ランプ6の照射により生ずる自然に発生する上昇気流による空気清浄を行う。即ち、処理空気4<sub>-3</sub>が、空気清浄器Aの下方より導入され、前記のごとくして、処理空気4<sub>-3</sub>中の粒子状物質2が捕集・除去され、清浄空気4<sub>-2</sub>が得られる。これにより、オゾンレスで無騒音の空気清浄が行われる。即ち、夜間は病室の扉は閉じられ、人の活動は無いので、紫外線ランプ6による上昇気流のみの受動的な空気処理が無騒音で実施されるので睡眠の妨げにならず、実用上好適である。15は、ベッド、16はふとんである。ここでのファン8は、シロッコファンである。

#### 【0045】実施例2

実施例1における図2の空気清浄器Aの別の形態を図3～8に示す。図3～8において、図2と同一符号は同じ意味を示す。次に、夫々の形態について、図2に対する比較を示す。

（１）図3は、図2に、ガス状汚染物質として、イオン性物質の捕集・除去を行うイオン交換繊維10（アニオン型とカチオン型）の付加を行ったものである。該繊維の付加により、体臭（アンモニアやアミン類のような塩基性ガスや脂肪酸のような酸性ガス）の除去効率が付加



される。

(2) 図4は、図2に、ガス状汚染物質の除去の付加として、前記(1)のイオン交換繊維10と、光触媒11とを付加したものである。光触媒11の付加により、アルデヒドのようなイオン交換繊維10では除去困難な有害物質が除去される効果が付加される。本例の光触媒11は、ハニカム状の母材に $\text{TiO}_2$ を付加したものであり、紫外線ランプ6からの紫外線が(網状電極7を通過して)照射されることにより光触媒作用を発揮している。本例の他に、光触媒11の直前に、光触媒11専用の紫外線ランプの設置を行っても良い。

【0046】(3) 図5は、図2のファン8を空気清浄器Aの上方に横方向に設置したものである。ファン8有無の場合の作動は、前記図2のごとくである。ファン8を用いない場合の作動において、上昇した清浄空気 $4_5$ は、ファン8の左右のスペースを通り、出口で清浄空気 $4_2$ が得られる。

(4) 図6は、図2のファン8を空気清浄器Aの上方に設置し、ガス状汚染物質の除去の付加として、イオン交換繊維(アニオン型、カチオン型)10と、光触媒11とを付加したものである。イオン交換繊維10では臭(アンモニアやアミン類のような塩基性ガスや脂肪酸のような酸性ガス)の除去、光触媒11では、該繊維10では除去困難なアルデヒド類のような有害な炭化水素が除去される。本例のイオン交換繊維10はハニカム状の母材のもの、光触媒11はハニカム状の母材に $\text{TiO}_2$ を付加したものであり、紫外線ランプ6からの紫外線が(網状電極7を通過して)照射されることにより光触媒作用を発揮している。

【0047】(5) 図7は、図2のファン8を空気清浄器Aの上方に設置し、入口部の粒子状物質除去部Cで、粒子状物質を100万個/ $\text{ft}^3$ 以下まで除去し、次いで負イオン付加部Dにて、負イオンを1万個/ $\text{m}^1$ 発生する。粒子状物質除去部Cの作用は、図2と同様であるが、本例では、光電子放出用の電極 $7_{-1}$ と、荷電粒子状物質捕集材 $7_{-2}$ を夫々個別に設置している。負イオン付加部Dは、網状の光電子放出材 $5_{-1}$ と、電場設定用の網状電極 $7_{-3}$ 、紫外線ランプ $6_{-1}$ より成る。ここでは、電場下(光電子放出材 $5_{-1}$ (負)と電極 $7_{-3}$ (正)間に10V/ $\text{cm}$ )で、光電子放出材 $5_{-1}$ に紫外線ランプ $6_{-1}$ からの紫外線を照射することにより光電子9を発生させ、該光電子9は、近傍の水分や酸素に付着し、負イオンが発生する。このようにして、清浄器出口の空気 $4_{-1}$ ( $4_{-2}$ )は、粒子状物質2が除去(除塵と除菌)された負イオンリッチなそう快感が得られる清浄空気となる。

【0048】(6) 図8は、図2のファン8の出口に、ファン8からの発塵を考慮したファイバーフィルター(除塵フィルタ)12を設置したものである。該フィルター12により、緊急時にファン周辺などにより発塵があっても捕集・除去される。前記実施例1、2のような

人の周囲の環境における空気清浄では、初期濃度を、ファンにより1/10、好ましくは1/100程度除去を行い、その後ファンレスで行う形態が実用上好ましい。

### 【0049】実施例3

半導体工場のクラス10,000のクリーンルームにおけるウェハ保管庫に、図9に示す本発明の空気清浄装置Aを設置した概略構成図を図10に示す。図10の密閉空間であるウェハ保管庫16の空気清浄は、図9に示される網状の光電子放出材(網状のTi材を焼成して $\text{TiO}_2$ を形成し、その上にAuを被覆)5、殺菌ランプ6、 $6_{-1}$ 、網状の荷電粒子状物質の捕集材(網状のSU S材)7、光触媒11、フィルタ12、微粒子2、及びガス状汚染物質13を含む処理空気 $4_{-3}$ 、 $4_{-4}$ を本清浄器に強制導入するためのファン8より成る空気清浄装置Aで実施される。 $4_{-1}$ は、ファン運転で得られる清浄空気、 $4_{-2}$ はファンをストップし、紫外線ランプ6の照射により生ずる上昇気流による清浄空気である。すなわち、ウェハ保管庫中には、ウェハ13に付着するウェハの接触角を増加させる有害ガスとしての炭化水素(H<sub>2</sub>C)14及びウェハに付着すると断線や短絡を起こすことから欠陥を生じ、歩留まりの低下をもたらす微粒子(粒子状物質)2が存在する。これらの汚染物質(14、2)は、ウェハ保管庫1の開閉により、ウェハキャリア15に収納されたウェハの出し入れの毎にクリーンルームからウェハ保管庫1内に侵入してしまう。

【0050】ここでは、電場下(光電子放出材5(負)と捕集材としての電極(正)7間100V/ $\text{cm}$ )で、光電子放出材5に紫外線ランプ6からの紫外線を照射することにより光電子9を発生させ、該光電子9により処理空気 $4_{-3}$ 、 $4_{-4}$ 中の粒子状物質2を荷電させ、該荷電粒子物質を捕集材7にて捕集・除去される。一方、H<sub>2</sub>C14は、紫外線ランプ6、 $6_{-1}$ からの紫外線が照射された光電子放出材と一体化された光触媒5、及び光触媒11による光触媒作用により分解され、接触角を増加させない形態に変換される。前記の汚染物質(14、2)の捕集・除去は、ウェハ保管庫1の開閉直後に、H<sub>2</sub>Cを含むクラス10,000の汚染空気が該保管庫1内に侵入するのでファン8を作動させ、保管庫内がクラス100になるまで(クラス100を目安に)一気に(短時間)行う。即ち、ファン8の作動により、処理空気 $4_{-3}$ 、 $4_{-4}$ が吸引され、ここで、前記のごとくして、処理空気 $4_{-3}$ 、 $4_{-4}$ 中(保管庫1中)の粒子状物質2及びH<sub>2</sub>Cが一定濃度以下にまで除去される。次いで、ファン8をストップし、紫外線ランプ6の照射により生ずる自然に発生する上昇気流による空気清浄を行う。即ち、処理空気 $4_{-3}$ が、空気清浄器Aの下方より導入され、前記のごとくして処理空気 $4_{-3}$ 中の汚染物質(14、2)が捕集・除去され、清浄空気 $4_{-2}$ が得られる。

【0051】保管庫内では、該保管庫の開閉以外では常時ファンレスの空気清浄が行われるので、保管庫内に収

納されたウェハにおけるウェハ付着物に起因する汚染物質の発生、緊急時にリークに起因する汚染物質の浸入、保管庫やウェハキャリア（収納ケース）15の材質等に起因する汚染物質の発生があっても効果的に捕集・除去される。12はフィルタであり、緊急時にファン8やその周辺からの発塵があった場合の除塵用フィルタである。本発明の空気清浄装置Aは、ウェハ保管庫16の大きさ、形状、要求仕様などより、空間中の適宜の位置（例、底面、側面、天井面）に1台、あるいは複数台設置できる。このようにして、ウェハ保管庫16内の空気中の有害ガス14及び微粒子2は処理され、保管庫内空気は、ウェハなど基板を収納しておく、接触角が増加しない、かつ、クラス1よりも超清浄な空間が保持される。ウェハなどの基板は、接触角が増加しないので、該基板表面に成膜した場合、付着力が強く成膜できる効果がある。

#### 【0052】実施例4

図1に示した病室のモデルを作り、図4の本発明の空気清浄器Aを運転し、粒子状物質とガス状汚染物質の除去を行いながらベットで就寝し（就寝中はファンはストップ）、病室内における微粒子濃度、炭化水素濃度、空中浮遊菌数を調べた。また、連続試験では、12時から7時までベットで就寝し、寝心地を調べた。脱臭性能は、室の中央部でタバコ煙を発生させ調べた。

1) 病室の大きさ 20m<sup>3</sup>

2) 空気清浄器の条件

(1) 装置の大きさ ; 約40リットル

(2) 紫外線ランプ ; 殺菌ランプ10W

(3) 光電子放出材 ; TiO<sub>2</sub> 上にAuを付加（網状のTi材料を1,000℃で焼成してTi表面にTiO<sub>2</sub>を形成し、その上にAuを付加）

(4) 電極 ; 網状SUSに300V/cmを印加

(5) 光触媒 ; ハニカム状母材にTiO<sub>2</sub>を、ゾルゲル法により被覆

【0053】(6) イオン交換繊維 ; アニオン型とカチオン型(1:1)

イオン交換繊維の製造法:

① アニオン交換繊維: 繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでヒドロキシシチレンモノマーとイソブレンを夫々60%及び40%含む溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合

反応を行った。反応後、四級アミノ化を行い、アニオン交換繊維を得た。

② カチオン交換繊維: 繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでアクリル酸45%を含む水溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合反応を行った。反応後、水酸化ナトリウム溶液で処理し、カチオン交換繊維を得た。

(7) ファン ; シロッコファン

(8) 測定

① 微粒子濃度 : パーティクルカウンタ（光散乱式、 $>0.1\mu\text{m}$ ）で測定

② 炭化水素濃度 : 非メタン炭化水素をGC法で測定

③ 臭気濃度 : 三点比較式において袋法で測定

④ 空中浮遊菌 : 寒天培養法で測定

#### 【0054】結果

(1) 微粒子濃度、炭化水素濃度

図11、図12に、3日にわたり連続試験したそれぞれの結果を示す。図11は微粒子濃度を、図12は炭化水素濃度を示す。試験は、1日目の朝7時にスタートし、3日目の朝10時に終了した。図11、12中Aが本発明のもので、21時から7時の就寝の間はファンはストップし、紫外線照射による熱対流により空気清浄を行ったものである。B、Cは、夫々比較用の試験のもので、Cは本空気清浄器の作動がないもの、Bは本空気清浄器でファン作動を試験の期間中連続して行うものである。

(2) 寝心地

ファンの作動を行う場合（図11、図12中B）、ファンの音が気になり十分な睡眠が得られなかった（朝の気分はそう快に欠ける）。一方、ファンをストップした空気清浄のもとに就寝を行うと満足な睡眠が得られた（朝の気分がそう快であった）（図11、図12中A）。ファンの音を騒音計で測定したところ20dB以下であった。

【0055】(3) 空中浮遊菌数

上記(1)の試験の期間において、実験1日目の12時、24時、2日目の朝方6時の室内における空気を寒天培地に吹き付け、30℃、72時間培養した後、コロニー数を観察した。コロニー数を表1に示す。

【表1】

表1 コロニー数(個数)

空気清浄器の作動		実験1日目		実験2日目の6時
		12時	24時	
有り	ファンの作動、無し	—	<1	<1
	ファンの作動、有り	<1	<1	<1
無し		40	35	35

## (4) 臭気濃度

臭気に対する効果を調べるため、室の中央部でタバコ煙を発生させ、本空気清浄器作動による脱臭効果を調べた。結果を図13に示す。図13中のA(—○—印)、B(—△—印)、C(—●—印)は前記(2)と同様、Aは本発明のもの、B、Cは比較のもの。図12中、矢印(↓)は、検出限界以下を示す。

## 【0056】実施例5

実施例4の病室で、図7の本発明の空気清浄器を実施例4と同様に運転し、負イオン濃度を調べた。また、微粒子濃度も調べた。

## 空気清浄器の条件

- (1) 装置の大きさ ; 約40リットル
- (2) 紫外線ランプ ; 殺菌ランプ10W
- (3) 光電子放出材 ;  $TiO_2$  上にAuを付加(網状のTi材料を1,000℃で焼成してTi表面にTiO<sub>2</sub>を形成し、その上にAuを付加)
- (4) 電極 ; ① 光電子放出用(図7中7-<sub>1</sub>) ;

網状SUSに300V/cmを印加

② 荷電微粒子捕集用(図7中7-<sub>2</sub>) : 板状SUSに800V/cmを印加

③ 負イオン放出用(図7中7-<sub>3</sub>) : 網状SUSに10V/cmを印加

(5) ファン ; シロッコファン

(6) 負イオン濃度 ; イオンテストを用いて、0.4cm<sup>2</sup>/V・S以上の移動度を持つ負イオン濃度を測定

微粒子濃度 ; パーティクルカウンタ(光散乱式、>0.1μm)

## 【0057】結果

実施例4の図11、図12と同様に試験を行い、実験1日目の12時、24時、2日目の朝方6時の室における空気中負イオン濃度を調べた。負イオン濃度(個/m<sup>3</sup>)を表2に示す。また、本空気清浄器における除塵性能は、図11、図12と同様であった。

## 【表2】

表2 負イオン濃度

空気清浄器の作動		実験1日目		実験2日目の6時
		12時	24時	
有り	ファンの作動、無し	—	10,500	10,500
	ファンの作動、有り	1,100	13,000	14,000
無し		10	10	10

本空気清浄器作動による負イオン富化空気中のオゾン进行测试したが、0.01ppm以下でありオゾン発生は認められなかった(オゾン測定器:化学発光法)。

## 【0058】

【発明の効果】本発明によれば、次のような効果を奏することができた。

1) 光電子を用いる気体の清浄化において、処理気体の汚染度合(汚染物質の濃度や処理量)によって、適宜フ

ァンによる気体の通気処理を行うことにより、

(1) 光電子による気体の清浄化が、ファンによる強制通気で行われるので迅速な粒子状物質の除去方式となった。

(2) 汚染物質の濃度が高い場合や処理気体が多い場合は、先ずファンによる通気を行い、次いでファンを用いないで行うことにより、ファンを用いる方式の長所(迅速性)と、光電子による方式の長所(無騒音、受動的な

除去、二次汚染物質の発生がない) が組み合わせられ、実用上効果的な清浄方式となった。

即ち、汚染物質が高濃度の場合や処理気体が多い場合は、先ず強制的に迅速な汚染物質の除去(ファンによる効果)と、受動的な汚染物質の除去(ファンを用いない光電子を用いる清浄化の効果)が組合されてできたので、実用上有効な清浄化方式となった。

【0059】(3) 前記に、光触媒付加部、イオン交換繊維付加部、負イオン発生部のいずれか1つ以上を付加することにより、光触媒やイオン交換繊維ではガス状汚染物質の除去、負イオンでは適用先にもよるが、快適性(アメニティ)や菌類の除去、増殖防止効果が付加され、適用範囲(装置の種類)が広がった。

(4) 前記光電子を用いる清浄化における光電子放出材の形状を網状あるいは繊維状とし、処理気体の流路に処理気体に直交して設置することにより、光電子放出用の電場は強くても良く、また、処理気体は光電子放出材を通り抜けるので、光電子による粒子状物質の荷電が処理流量が多くても効率良く行えた。

2) 前記より、光電子を用いる気体の清浄化は、汚染濃度が高い気体や処理気体が多い場合でも効果的にできるようになった。即ち、光電子を用いる気体清浄の適用先(分野)、装置種類が広がり、実用性が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】病室における空気清浄を示す説明図。

【図2】図1の空気清浄器Aの一例を示す拡大断面図。

【図3】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面

図。

【図4】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面図。

【図5】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面図。

【図6】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面図。

【図7】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面図。

【図8】図1の空気清浄器Aの他の例を示す拡大断面図。

【図9】図1の空気清浄装置の一例を示す拡大断面図。

【図10】ウェハ保管庫の空気清浄を示す説明図。

【図11】経過時間による微粒子濃度(個/ft<sup>3</sup>)の変化を示すグラフ。

【図12】経過時間による炭化水素濃度(ppm)の変化を示すグラフ。

【図13】経過時間による臭気濃度の変化を示すグラフ。

【符号の説明】

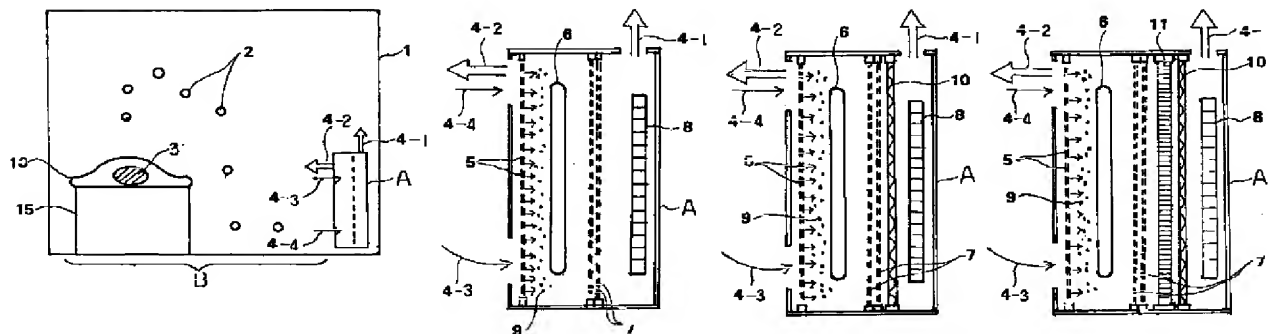
1: 病室、2: 粒子状物質、3: 病人、4-1~4-5: 気流、5: 光電子放出材、6: 殺菌ランプ、7: 荷電粒子状物質捕集材、8: ファン、9: 光電子、10: イオン交換繊維、11: 光触媒、12: フィルター、13: ウェハ、14: ガス状汚染物質、15: ウェハキャリア、16: ウェハ保管庫

【図1】

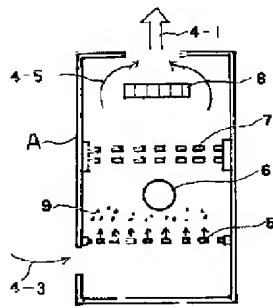
【図2】

【図3】

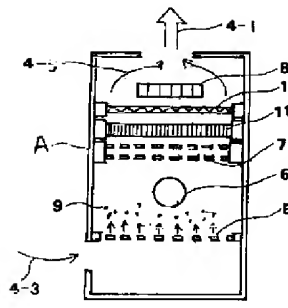
【図4】



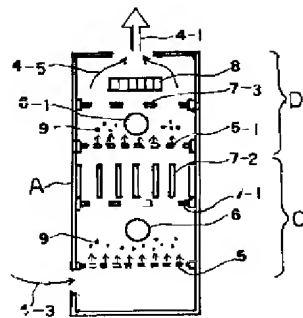
【図5】



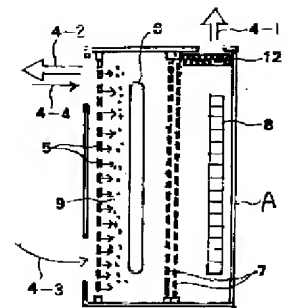
【図6】



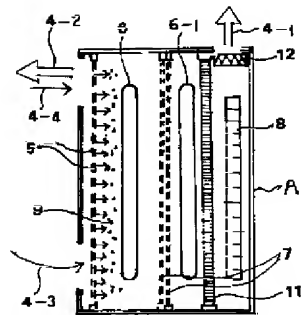
【図7】



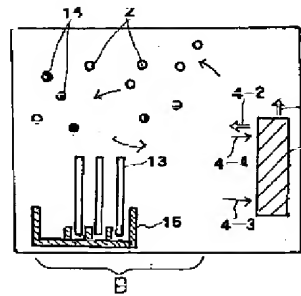
【図8】



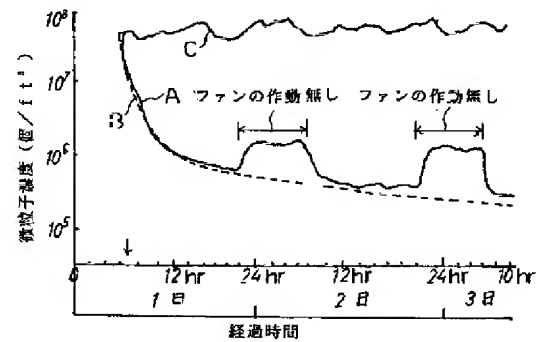
【図9】



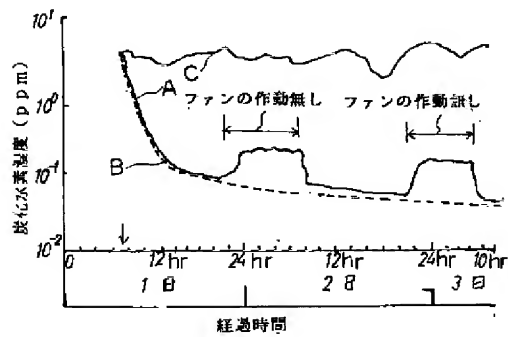
【図10】



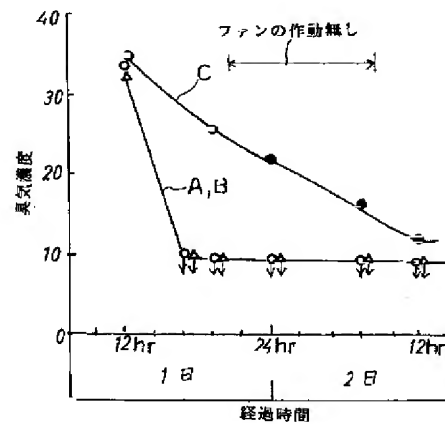
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B03C 3/02  
B03C 3/36

識別記号

F I

B03C 3/36  
B01D 53/36

Z  
J